

DOCKET NO.: 216419US3PCT

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: IGARASHI Shunichi

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HEREWITH

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP00/09265

INTERNATIONAL FILING DATE: December 26, 2000

FOR: METHOD, MATERIAL, AND CONFIGURATION FOR REINFORCING A STRUCTURE

**REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**  
**AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

<b><u>COUNTRY</u></b>	<b><u>APPLICATION NO</u></b>	<b><u>DAY/MONTH/YEAR</u></b>
Japan	11/370614	27 December 1999
Japan	2000/121405	21 April 2000
Japan	2000/147916	19 May 2000
Japan	2000/324464	24 October 2000

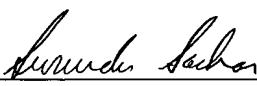
Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/JP00/09265. Receipt of the certified copy(s) by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully submitted,  
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.



22850

(703) 413-3000  
Fax No. (703) 413-2220  
(OSMMN 1/97)

  
C. Irvin McClelland  
Attorney of Record  
Registration No. 21,124  
Surinder Sachar  
Registration No. 34,423

10:00:00  
PAGE 1

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

10/080108  
JP00/00265

EU

日本国特許庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

JP00/9265

26.01.01

REC'D 16 MAR 2001

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

2000年 5月19日

出願番号  
Application Number:

特願2000-147916

出願人  
Applicant(s):

構造品質保証研究所株式会社

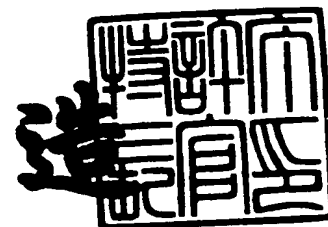
PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2001年 3月 2日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3012111

【書類名】 特許願  
【整理番号】 C-7824  
【提出日】 平成12年 5月19日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 E04C 3/34  
E04G 23/02  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都千代田区九段北1丁目11番5号 構造品質保証  
研究所株式会社内  
【氏名】 五十嵐 俊一  
【特許出願人】  
【識別番号】 500007587  
【氏名又は名称】 構造品質保証研究所株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100086449  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 熊谷 浩明  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 058573  
【納付金額】 21,000円  
【先の出願に基づく優先権主張】  
【出願番号】 特願2000-121405  
【出願日】 平成12年 4月21日  
【提出物件の目録】  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 構築物における部材の補強方法及びその構造

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 構築物における部材の外周面に高延性材を設置し、該高延性材により前記部材の破壊に伴う見かけの体積膨張を拘束してその破壊を制御することを特徴とする構築物における部材の補強方法。

【請求項 2】 前記高延性材は、繊維系もしくはゴム系のシート材であることを特徴とする請求項 1 に記載の構築物における部材の補強方法。

【請求項 3】 前記高延性材は、繊維系もしくはゴム系の帯状シート材が用いられ、前記部材に螺旋状に巻き付けて設置することを特徴とする請求項 1 に記載の構築物における部材の補強方法。

【請求項 4】 前記高延性材は、少なくともその片面に接着層が形成され、該接着層を介して前記部材に貼着して設置することを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の構築物における部材の補強方法。

【請求項 5】 前記高延性材は、ゴム質系もしくは樹脂系の粘性材を前記部材に塗着することにより形成して設置することを特徴とする請求項 1 に記載の構築物における部材の補強方法。

【請求項 6】 前記高延性材は、前記部材との間に空隙または弱層を介して設置することを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の構築物における部材の補強方法。

【請求項 7】 構築物における部材の破壊を制御すべく、該部材の外周面に高延性材を設置し、該高延性材により前記部材の破壊に伴う見かけの体積膨張の弾力的な拘束を自在としたことを特徴とする構築物における部材の補強構造。

【請求項 8】 前記高延性材は、繊維系もしくはゴム系のシート材であることを特徴とする請求項 7 に記載の構築物における部材の補強構造。

【請求項 9】 前記高延性材は、繊維系もしくはゴム系の帯状シート材であり、前記部材の外表面に螺旋状に巻き付けて固着したことを特徴とする請求項 7 に記載の構築物における部材の補強構造。

【請求項 10】 前記高延性材は、少なくともその片面に接着層が形成され

、該接着層を介して前記部材に貼着して設置したことを特徴とする請求項 7 ないし 9 のいずれかに記載の構築物における部材の補強構造。

【請求項 1 1】 前記高延性材は、ゴム質系もしくは樹脂系の粘性材を前記部材に塗着して積層形成した被覆材であることを特徴とする請求項 7 に記載の構築物における部材の補強構造。

【請求項 1 2】 前記高延性材は、前記部材との間に空隙または弱層を介して設置したことを特徴とする請求項 7 ないし 1 1 のいずれかに記載の構築物における部材の補強構造。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、建造物や各種のインフラ施設（以下、総称して「構築物」という）の部材（梁、桁、スラブ、壁、柱等の構築物の構成要素）が、地震力や風力などの作用、取り壊しに伴う過度の荷重等の突発的な外力の作用、あるいは老朽化による耐力不足によって破壊し、目に見えるほどの変形が生じた後であっても、構築物が崩壊して内部や周辺の人、及び財産に大きな損害を与えることを防止する構築物における部材の補強方法及びその構造に関する。

【0 0 0 2】

【従来技術】

構築物が地震等の突発的な外力、老朽化による耐力不足によって突然崩壊し、生命及び財産を損ねることが過去に何度も繰り返されている。

【0 0 0 3】

構築物の崩壊現象は、構築物を構成する部材が過度の荷重や耐力不足によって破壊され、これが全体構造の安定性を損なって構造物の形状を著しく変形させ、内部の空間が減少することによって起こる。建物の場合には、パンケーキのように床が折り重なったり、倒壊したりすることが多い。高架橋などでは、橋脚が破壊され、落橋する事例が多い。したがって、構造部材等の各種の部材を補強して破壊を制御し、該部材が破壊された後も構造の全体的な安定性が損なわれることを回避できるならば、構築物の内部や周辺の人命や財産を損ねる可能性を小さく

することができる。

【0004】

ところで、従来は、構築物の崩壊を回避させてその安全性を確保するために、次のような手法が採用されていた。

- ①構造部材が自重と突発的な外力を合わせて考慮してあらかじめ設定した必要荷重にて破壊されないように断面等を決定する。
- ②設置後予想される突発的な外力が増加するか、部材が老朽化等で耐力を減じたとき、構造部材の断面積を増やしたり、材料の強度を上げる。また、構造部材の周面に鉄板や炭素繊維等の高強度部材を設置し、構造部材の降伏強度や破壊されるに至るまでのエネルギー吸収性能（靱性）を増す。
- ③地震力に対する免震装置を構築物に設置してその力を減ずる。

また、地震等の突発的な外力によって構築物が損傷を受けた場合には、応急被災判定を行い損傷の程度によって立ち入り禁止措置を講じていた。さらに、設計基準が改定され、想定される地震荷重が増加した場合には、既存の構築物に対して耐震診断を実施し、危険と判定されたものに対しては耐震改修、補強を推奨していた。

【0005】

しかし、上記①～③の従来手法は、そのいずれもがあらかじめ設定されている地震等の突発的な外力の想定レベル（設計値）との関係に依拠するものであり、この想定レベルを超えた外力が部材に作用した場合には、部材が破壊してしまうため構造全体の安定性を確保できる保証はなかった。

【0006】

また、上記従来手法による場合には、工事にかかる費用、時間、材料が新設費用と同等とはいわないまでも、その何割にも達してしまい、そのコスト負担に耐えられないことも多くある。また、それだけでなくその確保が難しくなっている溶接工、鉄筋工、仕上げ工等の熟練工を必要とする場合も多い。したがって、既存の構築物が、老朽化、旧基準による設計、地震等の突発的な外力による損傷等で、危険性が高いことが知られている場合であっても、経済的、物理的制約から、補強が行えないことが多かった。さらに、地震等の突発的な災害後に応急危険

度判定を行う際に、構造物内に立ち入った調査員が余震等で構造物の崩壊に巻き込まれたり、軽微な損傷であるために安全であると判定された建物に居住者や使用者が立ち入り、その後の余震等で崩壊し多数の死傷者を出した事例などもある。

#### 【0007】

図13は、代表的な構造部材である柱1に作用する代表的な荷重と対応する変位とを示す。荷重の作用方法には、端部に作用するもの、部材全体に集中または分布して作用するものがあり、荷重の種類は力とモーメントとがある。図13には、これらのうちの代表的なものだけを示している。図14は、上記従来手法との関係で図13に示した部材に作用する荷重と変位との関係を示している。同図によれば、補強前の強度及び／又は靱性に対し補強後の強度及び／又は靱性を増加させることはできるものの、靱性限界を超えた後の上部荷重を支える保証のなかったことが判明する。

#### 【0008】

##### 【発明が解決しようとする課題】

つまり、上記従来手法による場合には、変形の小さい範囲（2～3%以内）で部材が荷重を支え構造物の全体の安定を確保することができるが、変形がこれを超えた場合には、荷重を支える機構を失って急速に変形が進み、構造物が崩壊することが不可避となる問題があった。例えば、図16（a）に示した柱1の例では、変形の小さい範囲（数%以内）である許容範囲内の軸力（鉛直力）Pによって発生する周方向張力Tとせん断応力Sとを鉄筋コンクリート製の柱1内の帯鉄筋で保持させることができるものの、せん断応力Sによって柱1がせん断破壊し剛性が低下するか、過度の軸力の作用によって帯鉄筋が破断もしくは外れてしまうために周方向張力Tを保持できなくなり、図16（b）に示すように急速に変形が進み、図16（c）に示すように完全に圧壊され、前記パンケーキ破壊現象の発生が不可避的となる問題があった。また、図17に示すように部材15が梁16であれば、ヒビ割れ20と鉄筋の降伏とにより、同図中に破線で囲繞した部位が圧縮破壊されてしまうという問題があった。

#### 【0009】



また、上記従来手法による場合には、地震等の突発的な災害が発生した直後や、耐震基準が改定されて、大量の構造物が既存不適格となり補強が必要になった場合に、迅速に対処して安全を確保する手法としては不向きであるという問題があった。

#### 【 0 0 1 0 】

本発明は従来手法にみられた上記課題に鑑み、新設の構造物の構造部材を含む各種の部材に新設当初から適用しておいたり、既設の構造物の構造部材を含む各種の部材に事後的に適用することにより、破壊を制御してその進行を遅延させるとともに、空間的に破壊領域を徐々に拡大させることによって、部材が局部的に破壊し荷重分担能力を完全に失うことを避け、目に見えるほどの変形が生じた後も構造の崩壊を避け得る程度の荷重分担力を確保できる構造を提供することを目的としている。さらに、本発明は、補強工事にかかる費用、時間、材料を従来手法に比べて大幅に節約することにより、大量の構造物に対する補強を迅速に行えるようにすることをも目的とするものである。

#### 【 0 0 1 1 】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は上記目的を達成すべくなされたものであり、構造部材を含む各種の部材を構成するコンクリート、木材、土、レンガ等の材料が破壊に伴って見かけの体積が膨張する性質を利用し、これを構造部材を含む各種の部材の周辺に設置した高延性材で弾性的に拘束することによって破壊の進行を遅延させ、突発的な外力の作用が停止した後、構造物の重量を分担し、その形状を概ね保持し得るようにすることに構成上の特徴がある。ここにいう見かけの体積とは、部材端面と部材側面とを滑らかに包む面（包絡面）で囲まれた部分の体積をさす。これが破壊によって膨張するとは、図 1 5（a）に示すように部材端面 2，2 と部材側面 3 とを備える破壊前の部材 1 5 が、破壊面 4 により分断された破壊片 9，9 の発生と移動とによって図 1 5（b）に示すように包絡面 1 0 が広がり、見かけの体積が増大する現象をさす。図 1 5（b）にて明らかなように、包絡面 1 0 と破壊した部材 1 5 との間には空隙  $t$  が存在する。本発明は、高延性材によって部材 1 5 を被覆するときに該部材 1 5 との間に弱層（空隙  $t$  を含む）を設けることによ

て、部材 1 5 が破壊した後にも高延性材が包絡面状に変形することを可能にしていることに構成上の特徴がある。

#### 【 0 0 1 2 】

このうち、第 1 の発明は、構築物における部材の外周面に高延性材を設置し、該高延性材により前記部材の破壊に伴う見かけの体積膨張を拘束してその破壊を制御することに構成上の特徴がある。

#### 【 0 0 1 3 】

また、第 2 の発明は、構築物における部材の破壊を制御すべく、該部材の外周面に高延性材を設置し、該高延性材により前記部材の破壊に伴う見かけの体積膨張の弾性的な拘束を自在としたことに構成上の特徴がある。

#### 【 0 0 1 4 】

上記第 1 と第 2 とのいずれの発明においても、前記高延性材は、繊維系もしくはゴム系のシート材（帯状シート材を含む）により形成されているものを好適に用いることができる。また、上記第 1 と第 2 とのいずれの発明においても、前記高延性材は、その被覆対象部材の設置状況や施工上の制約等を考慮して、前記部材に対し袋状に覆ったり、螺旋状に巻き付けたり、ゴム質系もしくは樹脂系の粘性材を吹き付けるなどの適宜手段により塗着したりして設置することができる。さらに、上記第 1 と第 2 とのいずれの発明においても、前記部材との間に空隙または弱層を介して前記高延性材（被覆材）を設置するならば、前記高延性材（被覆材）が前記部材により直接破断されてしまう不都合を回避させることができるので、前記高延性材（被覆材）による弾性的な拘束効果をより確実に発揮させることができる。また、前記高延性材（被覆材）は、上記した空隙または弱層を介在させることにより、前記部材の多様な破壊形態に対して包絡面を維持しつつ弾性的に前記部材の見かけの体積膨張をより一層確実に拘束できることになる（図 1 5（b）では、部材 1 5 と包絡面 1 0 との間に空隙  $t$  がある。）。

#### 【 0 0 1 5 】

##### 【発明の実施の形態】

図 1 は、本発明において、構築物の構造部材等からなる各種の部材の破壊に伴う体積膨張を拘束してその破壊を制御すべく用いられる高延性材の構造例を示す

全体斜視図である。

【 0 0 1 6 】

同図によれば、高延性材 2 1 は、適宜長さの縦幅と横幅とが付与されてなるシート部 2 2 を本体とし、その周方向で相互が突き合わされる一側縁部 2 3 と他側縁部 2 4 とを備えて形成されている。

【 0 0 1 7 】

また、シート部 2 2 における一側縁部 2 3 と他側縁部 2 4 とのそれぞれには、その縦幅方向に沿わせて芯紐 2 5 が挿通配置されており、該芯紐 2 5 により一側縁部 2 3 と他側縁部 2 4 とが各別に補強され、引張り方向での耐久性を高めることができる。

【 0 0 1 8 】

さらに、一側縁部 2 3 と他側縁部 2 3 とのそれぞれの近傍位置には、その長さ方向に沿わせて連結用紐材 3 0 のための挿通孔 2 6 がそれぞれ所定間隔で設けられている。また、これらの各挿通孔 2 6 には、例えば鳩目 2 8 などの適宜の補強部材 2 7 が付設されており、該補強部材 2 7 により各挿通孔 2 6 の周縁部が各別に補強され、連結用紐材 3 0 を確実に固着できる。

【 0 0 1 9 】

しかも、シート部 2 2 における一側縁部 2 3 と他側縁部 2 4 との少なくともいずれか一方の側、図示例では一側縁部 2 3 には、シート部 2 2 の縦幅と略同長の縦幅を有する舌片状の当て布部 2 9 が一側縁部 2 3 の長さ方向に沿わせてその裏側に縫着されており、該当て布部 2 9 により一側縁部 2 3 と他側縁部 2 4 との間を裏側から覆うことができるようになっている。なお、図示は省略してあるが、当て布部 2 9 は、一側縁部 2 3 と他側縁部 2 4 とに各別に配設し、一側縁部 2 3 と他側縁部 2 4 との間を裏側から交互に二重構造で覆うことができるようにしてもよい。

【 0 0 2 0 】

高延性材 2 1 を構成しているシート部 2 2 や当て布部 2 9 は、周方向と鉛直方向とに均質な材料が用いられ、特に延性が高く初期弾性係数が鉄やコンクリートに比較して小さな繊維材やゴム材などを好適に用いることができる。具体的には

、延性に富み、かつ、荷重を保持し得る強度を有している合成繊維材（例えば、東レ株式会社製の商品名「トレシート」等）やゴム材（例えば株式会社ブリヂストン製の商品名「ジオライナー」等）からなるシート材を好適に用いることができる。

#### 【 0 0 2 1 】

このため、高延性材 2 1 は、例えば図 4（a）に模式的に示す構築物（建築物）1 1 の床 1 2 等を支えるべく立設されている例えば図 5（a）に示す構造部材 1 5 としての柱 1 3 の外周面 1 4 に対し、柱 1 3 とシート部 2 2 との間に当て布部 2 9 が位置し、かつ、一側縁部 2 3 と他側縁部 2 4 とが相互が突き合わされる配置関係のもとで巻き付けることができる。

#### 【 0 0 2 2 】

また、構造部材 1 5 としての柱 1 3 に巻き付けられた高延性材 2 1 は、一側縁部 2 3 と他側縁部 2 4 とのそれぞれの挿通孔 2 6 を介して架け渡された連結用紐材 3 0 を介して当て布部 2 9 で裏打ちした状態のもとで一体化させることにより簡単に周回配置することができる。このように簡単な施工で短時間に設置することにより、高延性材 2 1 は、柱 1 3 の周囲をすっぽりと袋状に包み込んだ状態を維持できることになる。

#### 【 0 0 2 3 】

図 1 は、部材 1 5 がコンクリートを主材とする柱 1 3 である場合の本発明の適用例を示しているが、構築物 1 1 が建造中の場合であれば、図 3（a）に示されている梁（桁）1 6 や壁 1 7 に対しても同様にして、つまりその周囲を袋状に覆うことにより高延性材 2 1 をその周面に巻き付けておくことができる。

#### 【 0 0 2 4 】

なお、上記連結構造は、荷重を受けた際に一側縁部 2 3 と他側縁部 2 4 とが引き離されることのないように一体的に止着できる構造を備えるものであれば、図示例に限らず、縫合や接合など、その他の公知の止着構造を適宜採用することができる。

#### 【 0 0 2 5 】

一方、図 2（a）～（c）は、構築物 1 1 の部材 1 5 がコンクリートを主材と

する既設の構造部材である壁 17 を例に本発明の適用例を示す要部横断面図である。

【0026】

図 2 (a) によれば、図 3 (a) に示される構築物 (建築物) 11 の空間 19 を仕切っている壁 17 の一側面 15 a と他側面 15 b との双方に高延性材 21 が各別に配設される (建築中の壁 17 の場合は、その周囲に図 1 に示すように高延性材 21 を囲繞配置することもできる。 ) 。

【0027】

該壁 17 には、図 2 (b) に示されているように、高延性材 21, 21 相互を連結するために必要な連結用紐材 30 を挿通できる口径が付与された通孔 18 が一側面 15 a と他側面 15 b との間に所定間隔をおいて水平方向に進むようにして各別に設けられている。これらの通孔 18 は、図示例においては明らかでないが、水平方向に 1 条のみではなく、壁 15 の上下方向に所定間隔をおいて相互が略平行となる位置関係のもとで複数条にわたり設けられることになる。また、各通孔 18 には、図 1 に示す鳩目 28 のような補強部材を配設しておくことにより、その周縁部を補強しておくのが望ましい。

【0028】

このため、高延性材 21, 21 相互は、通孔 18 を挿通させて固着された連結用紐材 30 を介して図 2 (c) に示されるように確実に連結することができる。なお、連結用紐材 30 は、各通孔 18 毎に高延性材 21, 21 相互を個別に連結したり、図示例のように 1 本で各通孔 18 を順次挿通させながら高延性材 21, 21 相互を縫い付けるようにして連結するものであってもよい。

【0029】

図 2 は、部材 15 がコンクリートを主材とする構造部材である壁 17 を例に示したものであるが、構築物 11 が既設のものであれば、図 4 (a) に示されている梁 (桁) 16 に対しても同様に連結用紐材 30 を介して高延性材 21, 21 相互を確実に連結することができる。

【0030】

図 3 (a) は、弾性のある帯状の高延性材 21 を構築物における部材 (図示例

では柱13に適用) 15に対しテニスラケットのグリップにおけるテープ巻き構造と略同様にして螺旋状に巻き付けた例を示すものである。この場合、巻き付け後の高延性材21がずれ落ちないように、例えば次のような取り付け構造を採用するのが好ましい。

①適度の張力を与えながら巻き付ける。

②弾性のある高延性材21と部材15との間、もしくは包袋巻きのように螺旋状に巻き付けた際に重なり合う高延性材21の当接部21a, 21a相互を接着剤で接合したり、溶着することにより接合固着する。

③部材15に対し高延性材21をくぎ等の固定部材を用いて止着する。

#### 【0031】

また、部材15の端部に対する固定処理に関しては、上記②と③の方法で固着するほか、例えば医療用の弾性包袋の端部固定法として採用されているように、高延性材21の側に図1に示すような鳩目を形成し、該鳩目を介して紐を挿通することにより固定するものであってもよい。

#### 【0032】

図3(a)に示す手法を採用することにより、その一部が損傷した部材15に対しても、外表面に沿わせて高延性材21を螺旋状に巻き付けてこれを覆うことができる。つまり、高延性材21は、図3(b)に示すようにロール状に巻いた状態であらかじめ準備しておくことにより、地震等の突発災害に対しても即座に対応できることになる。災害時の緊急対策としては、機械力に依存することなく、人力により簡単に、かつ、迅速に施工できる手法が最も望ましく、かかる観点からも図3に示す手法を用いる利点がある。また、一例としてトレシート800T(厚さ1.26mm、重さ930g/m<sup>2</sup>)からなる高延性材21のロールを用いる場合には、その幅を50cm程度とし、長さを20m程度とすると、その全重量が10kg前後となり、人手を介して持ち運ぶことにより、上記緊急対応の目的に適合させることができる。

#### 【0033】

また、高延性材21は、その被覆対象である部材15の設置状況や施工上の制約等を考慮して、該部材15に対し袋状に覆ったり、螺旋状に巻き付けたり、シ

リコーンゴム等のゴム質系もしくは塩化ビニール等の樹脂系（各種の素材からなる短繊維を加えたものを含む）の粘性材を塗着したりすることにより設置できる。この場合、高延性材 2 1 が袋状に覆ったり、螺旋状に巻き付けることができる構造を備えるものであれば、少なくともその片面に接着層をあらかじめ形成しておき、該接着層を介して部材 1 5 に貼着するならば、その設置作業をより円滑化できる。なお、接着層は、必要により高延性材 2 1 の両面に形成しておくこともできる。また、ゴム質系もしくは樹脂系の粘性材を塗着してなる被覆材により高延性材 2 1 を設置する場合には、手作業により塗り付けることもできるが、作業性を考慮するならば適宜の吹付け器具を用いてゴム質系もしくは樹脂系の粘性材を吹付け塗着するのが好ましい。さらに、部材 1 5 の一部がすでに損傷していたり、特に応力が集中して部材 1 5 の一部に破壊が予測されるような場合には、該損傷部位や破壊予測部位を含む周囲に対し高延性材 2 1 を部分的に被覆して設置しておくこともできる。この場合には、接着層を有する繊維材からなる高延性材 2 1 や、ゴム質系もしくは樹脂系の粘性材を塗着してなる高延性材 2 1 をとりわけ好適に用いることができる。

## 【 0 0 3 4 】

高延性材 2 1 は、部材 1 5 が破壊された後も包絡面 1 0 を形成し続けることが、部材 1 5 の破壊に伴う見かけの体積膨張を拘束してその破壊を制御する上での必要条件である。これは、図 1 5 ( b ) にて明らかなように、包絡面 1 0 と破壊された後の破壊片 9 との間に空隙  $t$  を生ずることによって可能になる。

## 【 0 0 3 5 】

図 1、図 2 及び図 3 に示したような方法で部材 1 5 の外周面に高延性材 2 1 を、両者を接着することなく設置した場合には、相互間に空隙（弱層）が存在する結果、上記したような包絡面 1 0 が円滑に形成されることになる。上記各図に例示した方法・構造のほか、吹き付けなどの塗着手法により高延性材 2 1 を形成する際においても、部材 1 5 との間に空隙を介在させることなく直に接着される場合には、この接着層により部材 1 5 が破壊された後も高延性材 2 1 を破壊片 9、9 の外周に完全に接着させ続けることとなり、鋭角の発生、応力の集中により、高延性材 2 1 が、破壊片 9 により破断される可能性が高いことを銘記しておく必

要がある。

したがって、その対策としては、形成される接着層が高延性材 21 の強度より十分に低い接着強度をもつ接着剤を用いたり、形成される接着層が高延性材 21 より十分に低い弾性係数をもつ接着剤を用いることにより、部材 15 と高延性材 21 との間に弱層を介在させておくことが考えられる。

部材 15 の破壊に伴って、見かけの体積が膨張することにより、部材 15 と高延性材 21 との間の圧縮力が増大するので、両者が接着されていなくても、部材 15 の破壊後は支圧作用により両者はずれ落ちることはない。したがって、両者の間の接着は、設置してから部材 15 が破壊されるまでの期間に高延性材 21 が部材 15 から剥れ落ちるのを防止するために行われることになり、高延性材 21 の自重を部材 15 の外周面で支え得る程度の所謂仮付けでよい。

#### 【0036】

次に本発明の作用・効果を説明する。

#### 【0037】

すなわち、図 4 (a) に示すように構築物（建築物）11 を支える既存の部材 15、つまり構造部材としての柱 12 を補強する前と、図 1 に示す本発明による補強をした後とにおける変形挙動を示した図 7 によれば、靱性限界を超えても補強後の高延性材 21 により必要荷重を支え得る上部荷重の支持機能を付与することができる。このため、図 9 (a) ~ (c) に示す経過を経て、図 4 (b) に示すように柱 13 が破壊されて構築物（建築物）11 が崩壊した後においても床 12 と床 12 との間に空間 19 を確保できることになる。つまり、本発明によれば、材料費や設置工事費を大幅に低くするなかで、構造部材 15 に対してかかる外力レベルの如何によらず、人間が圧死を免れ得る空間 19 を確保して安全性に富むフェイルセーフ効果を得ることができる。

#### 【0038】

このような空間 19 の確保は、構築物 11 における構造部材等の部材 15 を構成し、圧縮力を分担する要素として広く用いられているコンクリート、砂礫、土、レンガ等の材料には、圧縮力やせん断力を受けて変形する時に見かけの体積膨張を伴うという性質を制御することにより得られる。すなわち、上記性質は、構



造部材等の部材 15 の一部または全部が破壊し、大きく変形する際に顕著に現れる。したがって、構造部材等の部材 15 が見かけの体積を膨張しようとする変化は、高延性被覆材 21 により拘束することができ、結果的に構造部材等の部材 15 を構成する材料が破壊した後も当該部材 15 に外力を保持させ、構築物 11 が大きく変形して崩壊してしまうのを効果的に防止できることになる。

## 【0039】

このような作用を、図 4 (a) における部材 (構造部材) 15 のひとつである梁 (桁) 16 に適用した場合を例に図 6 (a) に示すならば、地震等の外力により梁 (桁) 16 の圧縮側の部位が圧縮破壊された際、図 17 に示す従来構造とは異なり、こぶのように膨らんだ状態で高延性材 21 に保持させることができるので、曲げモーメントを負担する能力を保持できることが判明する。また、図 6 (b) は、図 4 (a) における部材 (構造部材) 15 のひとつである床 12 に適用した場合を、図 6 (c) は、同様に壁 17 に適用した場合をそれぞれ示す。これら図 6 (b), (c) によれば、補強部材 27 にて高延性材 21, 21 が連結されているので、地震等の外力により圧縮破壊された際、あたかも座布団や体育マットのような膨らみができただけの状態のもとで、高延性材 21 に保持させ得ることが判明する。なお、部材 (構造部材) 15 が床 12 である場合には、梁 16 のメカニズムを使うので、一辺が 1 m 程度の四角形の各隅に補強部材 27 が設置され、部材 (構造部材) 15 が壁 17 である場合には、柱 13 のメカニズムを使うので、床 12 と同様の配置関係のもとで補強部材 27 が設置される。

## 【0040】

つまり、構造部材等の部材 15 の外周面 14 に高延性材 21 を袋状に設置することにより、部材 15 の一部または全部が曲げ、せん断、圧縮によって破壊し、体積膨張を伴って変形すると、高延性材 21 の弾性によって周方向の圧縮力を部材 15 に作用させることができる。この周方向での圧縮力は、部材 15 の見かけの体積膨張を拘束する効果を有するので、部材 15 が曲げ、せん断、圧縮により変形するときこれを抑制するように作用する。その結果、部材 15 は、その破壊後も曲げ、せん断、圧縮に抵抗することが可能となる。しかも、設置後の取り外しも簡単な作業で行うことができる。

## 【0041】

図8は、従来構造と本発明とによるそれぞれの変形挙動を示したグラフ図である。同図によれば、従来構造による場合には、周方向張力が増大して靱性限界を超えると帯鉄筋が破断したり外れて崩壊（①のグラフ図参照）してしまうのに対し、本発明において部材（構造部材）15のひとつである柱13に高延性材21を巻き付けた場合には、変位の開始と同時に高延性材21に負担がかかりはするものの、帯鉄筋が破断したり外れても崩壊を免れて荷重を保持できる（②のグラフ図参照）ことが判明する。

## 【0042】

次に、本発明に用いられる高延性材が備えるべき引張り強度につき以下に計算例とともに具体的に説明する。なお、構造部材等の部材（例えば柱）が破壊されてコンクリートの塊と、変形した鉄筋とになると、その力学的な挙動は複雑化するが、概ね内部摩擦のある粒状体と見做すことができる。したがって、高延性材には、部材（例えば柱）が破壊された後にこれを保持し、軸力に抵抗させる網または袋となり得る力学的機能を備えていることが求められる。また、軸力により袋内に発生する圧力によっても破れないことが必要になる。

## 【0043】

図10は、かかる関係を明確にすべく、土やれき等の粒状体の軸力と拘束圧との関係を試験するために土質力学の分野で広く採用されている3軸試験装置を模式的に示した説明図である。この場合、天蓋6と有底周側面7とからなる容器5内に粒状体を充填し、側面8から薄膜を介して水圧Wを作用させた状態のもとで軸力Pを作用させる。粒状体の内部摩擦を $\phi$ とすれば、鉛直方向の軸力Pと拘束圧Sとの間には、次の関係があることが知られている。ただし、Aは天蓋6の面積（容器1の横断面面積）を示す。

$$P/A = (1 + \sin \phi) / (1 - \sin \phi) S \quad 1)$$

また、容器5の平面方向での直径をDとすれば、拘束圧Sと単位幅あたりの引張り張力Tとの間には、次の関係がある。

$$T = 1/2 DS \quad 2)$$

本発明において高延性材が奏する効果は、崩壊した鉄筋コンクリート製の柱が

上記粒状体に相当すると考え、上記関係式 1) と 2) とから高延性材に作用する張力  $T$  と軸力  $P$  との関係を求めると、次のようになる。ただし、 $B$  は柱の頭部の断面積を示す。

$$T = (1 - \sin \phi) D \cdot P / 2 (1 + \sin \phi) B \quad 3)$$

また、構造物の崩壊を避けるために必要な軸力  $P$  は、次の算式で算出することができる。

$$P = f W / N \quad 4)$$

ただし、 $W$  は構造物の当該階から上の総重量を、 $N$  は当該階の柱の総数を、 $f$  は 1 本当たりの受持ち荷重のばらつきを考慮した安全係数をそれぞれ示しており、具体的な構造物の平面図から計算することができる。

#### 【0044】

次に、以上の算式を具体例に適用した計算例を示す。すなわち、日本に一般的にみられる鉄筋コンクリート構造のうち、1980 年以前に建築された建物は、通常、各階約  $11.8 \text{ kN/m}^2$  の重量を持っている。このうち、中規模のもので、一階あたりの床面積  $200 \text{ m}^2$  の 4 階建てで、頭部断面積  $3500 \text{ cm}^2$  の柱 12 本を持つものを例にとって以下に計算する。

$$\text{支えるべき総重量} \quad W = 200 \times 11.8 \times 4 = 9440 \text{ kN}$$

$$\text{柱一本当たりの軸力} \quad P = 2 \times 9440 / 12 = 1573 \text{ kN}$$

ただし、式 4) にて  $f = 2$  として計算。

$$\text{高延性材 (被覆材) の必要強度} \quad T = 327 \text{ N/mm}$$

$$\text{ただし、式 3) で } \phi = 40 \text{ 度、} D = 67 \text{ cm、} B = 3500 \text{ cm}^2、$$

$P = 1573 \text{ kN}$  として計算。ここで、 $D$  は、断面積  $B$  の直径として計算した。

以上の計算例の所要強度をもつ繊維織物からなるシート材としては、例えば東レ株式会社製の商品名「トレシート」中の品番「NSB2000」（厚さ  $4.7 \text{ mm}$ ）がある。また、同商品名中の品番「800T」（厚さ  $1.26 \text{ mm}$ ）は、 $283 \text{ N/mm}$  の強度を有するので、これを 2 枚重ねて用いると  $566 \text{ N/mm}$  の引張り力まで耐えることができ、上記の補強例に十分用いることができる。また、ゴム材からなるシート材としては、例えば株式会社ブリヂストン製の合成高

分子系・加硫ゴム系の商品名「ジオライナー」などがある。商品名「ジオライナー」においては、 $13.2\text{ N/mm}^2$  の強度試験結果が得られている。これを2.5cm程度の厚さで用いれば所要強度を得ることができる。

## 【0045】

特に、本発明においては、ひずみ2%（鉄の破断ひずみ）以上の変形に対応させることができ、特に、高延性材として合成繊維系のシート材を用いる場合には15%までの変形に、ゴム系のシート材を用いる場合には100%以上（材料の品質特性上の上限は690%まで）の変形であっても、それぞれ対応させることができる。また、上記シート材を用いた場合においても、該シート材の破断後も周辺のまだ破れていない部位のシート材の効果で、破壊領域が周辺に徐々に拡大する結果、軸ひずみで50%以上の変形下でも破壊を制御できることが実験的に認められている。

## 【0046】

また、図11(a), (b)に示すように、地震時には、構造物11に慣性力が作用し変位を生ずる。これに応じ部材（構造部材）15である各々の柱13に力Fが繰り返し作用し、エネルギーを吸収しつつも変位Xを生ずる。図12(a)は、その際の無補強の場合や従来手法での補強例により得られる1サイクル当たりの吸収エネルギーの状態を、図12(b)は、本発明により得られる1サイクル当たりの吸収エネルギーの状態をそれぞれ示すグラフ図である。なお、図12(a), (b)中の①で示す実線は単調載荷を、②で示す領域は繰り返し載荷をそれぞれ示す。

## 【0047】

これらの図からも明らかなように、本発明により補強された構造部材等の部材（例えば柱13）15は、大きな変形に耐えるために吸収エネルギーが大きくなる。地震の作用によって構造物11に蓄えられた運動エネルギーが構造物11の内部や周辺地盤Gとの間で生ずる摩擦などの非可逆的な運動によってすべてが吸収されたときに構造物11の振動は止まる。本発明により補強された部材（例えば柱13）15は、1サイクル当たりの吸収エネルギーが大きいため、無補強の構造物や従来手法により補強した構造物に比べて少ないサイクル数、すなわち、

短時間で振動を終了するという制振効果を得ることができる。また、部材の破壊を制御することにより、周辺に伝達される荷重の上限値が抑えられ、この荷重下で大きな変形・ひずみを生じさせることができる結果、地震等の突発的な外力が構築物に入力する量を制限する所謂免震効果も得ることができる。

【 0 0 4 8 】

さらに、本発明は、構築物の建替えや必要な補強工事が行われるまでの間の応急補強工事に適用することもできる。すなわち、本発明は、ビルの解体工事を行う際の崩壊防止手法としても有効であるばかりでなく、従来手法による補強工事に長い期間がかかり、補強を終えた部分と補強未着部分との間に強度的なアンバランスが生じている状態下での地震時における危険性の増大に対する緊急対策としても有効に寄与させることができる。しかも、本発明によれば、構築物を構成する構造部材を含む各種の部材自体の寸法や材質強度の仕様を小さくすることができるので、それだけ従来手法に比べ建設費を少なく抑えることができる。

【 0 0 4 9 】

さらにまた、本発明は、コンクリート打設時に布製型枠として用いた後、脱型せずに崩壊防止効果を得ることも可能である。

【 0 0 5 0 】

【発明の効果】

以上述べたように本発明によれば、構築物における構造部材を含む各種の部材に高延性材を固定した場合には、変位の開始と同時に高延性材に負担がかかるものの、帯鉄筋が破断したり外れて構築物が崩壊しても天井と床もしくは床相互間に空間を確保しながら荷重を支持できるので、震災時等における人命救助に有効なフェイルセーフ効果を得ることができる。

【 0 0 5 1 】

また、本発明によれば、構築物における構造部材を含む部材に大きな変形が生じてても構築物の重量を支持する機能をもたせることができるため、従来の補強法や無補強の場合に比べ大きな振動エネルギーを吸収することができ、地震動による構築物の振動を抑える制振効果を得ることができる。さらに、部材の破壊を制御することにより周辺に伝達される荷重の上限値が抑えられ、この荷重下で大き

な変形・ひずみを生じさせることができる結果、地震等の突発的な外力が構造物に入力する量を制限する所謂免震効果も得ることができる。

【0052】

さらにまた、本発明は、ビルの解体工事を行う際の崩壊防止手法としても有効であるばかりでなく、従来手法による補強工事に長い期間がかかって補強済み部分と補強未着部分との間に強度的なアンバランスが生じている状況下での地震発生に伴う危険性の増大に対する緊急対策としても有効に寄与させることができる。つまり、本発明は、構造物の建替えや必要な補強工事が行われるまでの間の応急補強工事にも好適に適用することができる。

【0053】

しかも、本発明によれば、簡単な施工で短時間に設置できるので設置工事費を小さくすることができるほか、構造部材を含む各種の部材自体の寸法や材質強度の仕様を小さくして材料費を大幅に削減することもできるので、従来手法に比べ構造物自体の建設費を小さくすることができる。

【0054】

また、本発明によれば、熟練工を必要とすることなく簡易、迅速に施工できるほか、部分的に損傷した部材に対しても容易に施工することができる。このため、あらかじめ高延性材と接着剤等の固着部材とを備蓄しておくことにより、地震等の突発的な災害発生時に大量の構造物に必要となる緊急補強を迅速に行うことができる。また、緊急危険度判定と並行して施工しておくことにより、仮に判定員が余震等による構造物の崩壊に巻き込まれるようなことがあっても、死傷する危険性を大幅に減少することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

構造物の部材（構造部材）がコンクリートを主材とする新設もしくは既設の柱に本発明を適用する際に用いられる高延性材の構造例を示す全体斜視図。

【図2】

構造物の部材がコンクリートを主材とする既設の構造部材である壁を例に本発明の適用例を示す要部横断面図であり、そのうちの（a）は、壁の両外側面に高

延性材を各別に配設した状態を、(b)は、高延性材相互を連結するための連結用紐材を挿通するために必要な通孔を設けた状態を、(c)は、該通孔を挿通させた連結用紐材により高延性材相互を連結させた状態をそれぞれ示す。

【図 3】

構築物の部材がコンクリートを主材とする既設の柱を例に本発明の他例を示すものであり、そのうちの(a)は柱の外周面に帯状に形成された高延性材を螺旋状に巻き付けた際の状態を、(b)は備蓄時における荷姿をそれぞれ示す。

【図 4】

本発明を適用した構築物(建造物)の状態説明図であり、そのうちの(a)は崩壊前の状態を、(b)は崩壊後の状態をそれぞれ示す。

【図 5】

本発明を適用した部材(構造部材)が柱である場合の状態説明図であり、そのうちの(a)は破壊前の状態を、(b)は破壊後の状態をそれぞれ示す。

【図 6】

(a)は、本発明を適用した部材(構造部材)が梁である場合の荷重、変形を受けた後の状態説明図を、(b)は、床である場合の荷重、変形を受けた後の状態説明図を、(c)は、壁である場合の荷重、変形を受けた後の状態説明図をそれぞれ示す。

【図 7】

本発明を適用した部材(構造部材)が柱である場合の変形して破壊されるまでの変形挙動を示すグラフ図。

【図 8】

部材(構造部材)が柱である場合の変形して破壊されるまでの挙動を従来構造と本発明構造とを比較して示すグラフ図。

【図 9】

本発明を適用した部材(構造部材)が柱である場合の変形する様を示す状態説明図であり、このうちの(a)は平常時を、(b)は変形開始後を、(c)は破壊された状態をそれぞれ示す。

【図 1 0】

土質力学の分野で広く採用されている 3 軸試験装置を示す概略説明図。

【図 1 1】

地震時に構造物及び部材（構造部材）としての柱に作用する力と変位の関係を（a），（b）として示す説明図。

【図 1 2】

部材（構造部材）としての柱の 1 サイクル当たりの吸収エネルギーの状況を示すグラフ図であり、そのうちの（a）は従来からある柱による場合を、（b）は本発明による柱の場合をそれぞれ示す。

【図 1 3】

部材（構造部材）としての柱に作用する荷重、変位を受ける方向を示す説明図。

【図 1 4】

部材（構造部材）としての柱に対し図 1 2 に示す荷重、変位が発生した際における従来構造による補強前との補強後との変形挙動を示すグラフ図。

【図 1 5】

部材の破壊に伴い見かけの体積が増大する現象につき、破壊前を（a）として、破壊後を（b）としてそれぞれ示す。

【図 1 6】

図 1 3 に示す変形挙動に対応させた部材（構造部材）としての柱が変形する様を示す状態説明図であり、このうちの（a）は平常時を、（b）は変形開始後を、（c）は破壊された状態をそれぞれ示す。

【図 1 7】

本発明が適用されていない部材（構造部材）としての梁が変形した後の状態を示す説明図。

【符号の説明】

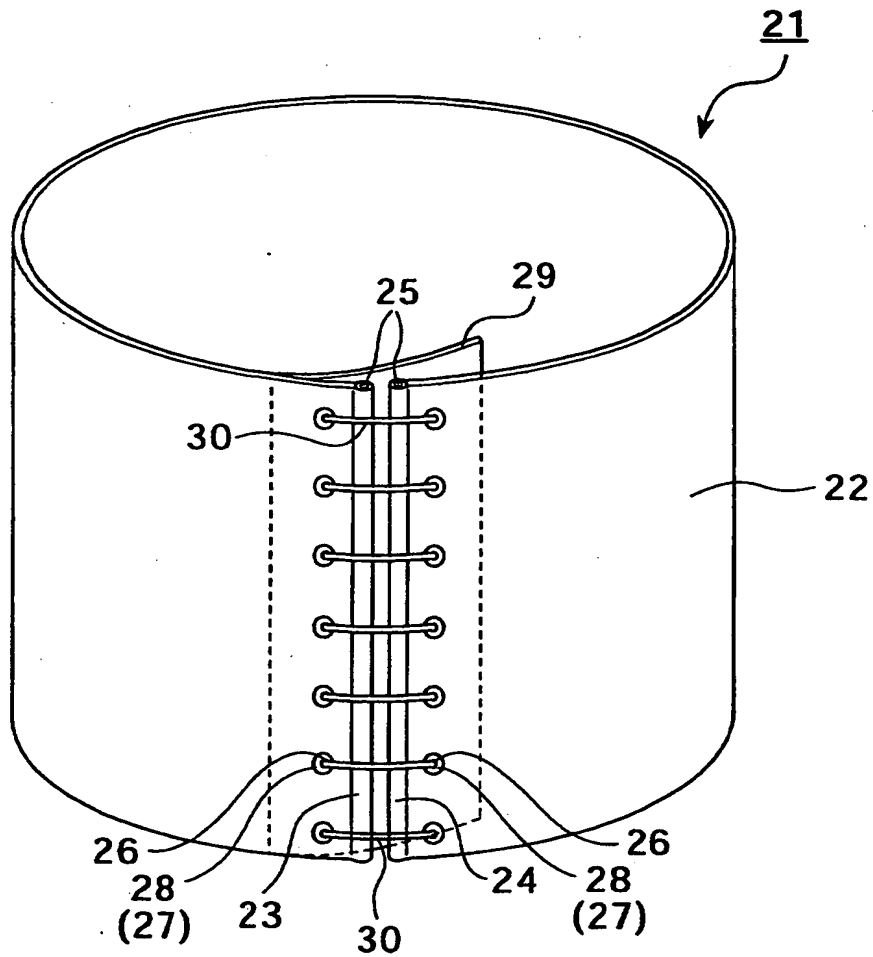
- 1 柱（従来例）
- 2 部材端面
- 3 部材側面
- 4 破壊面



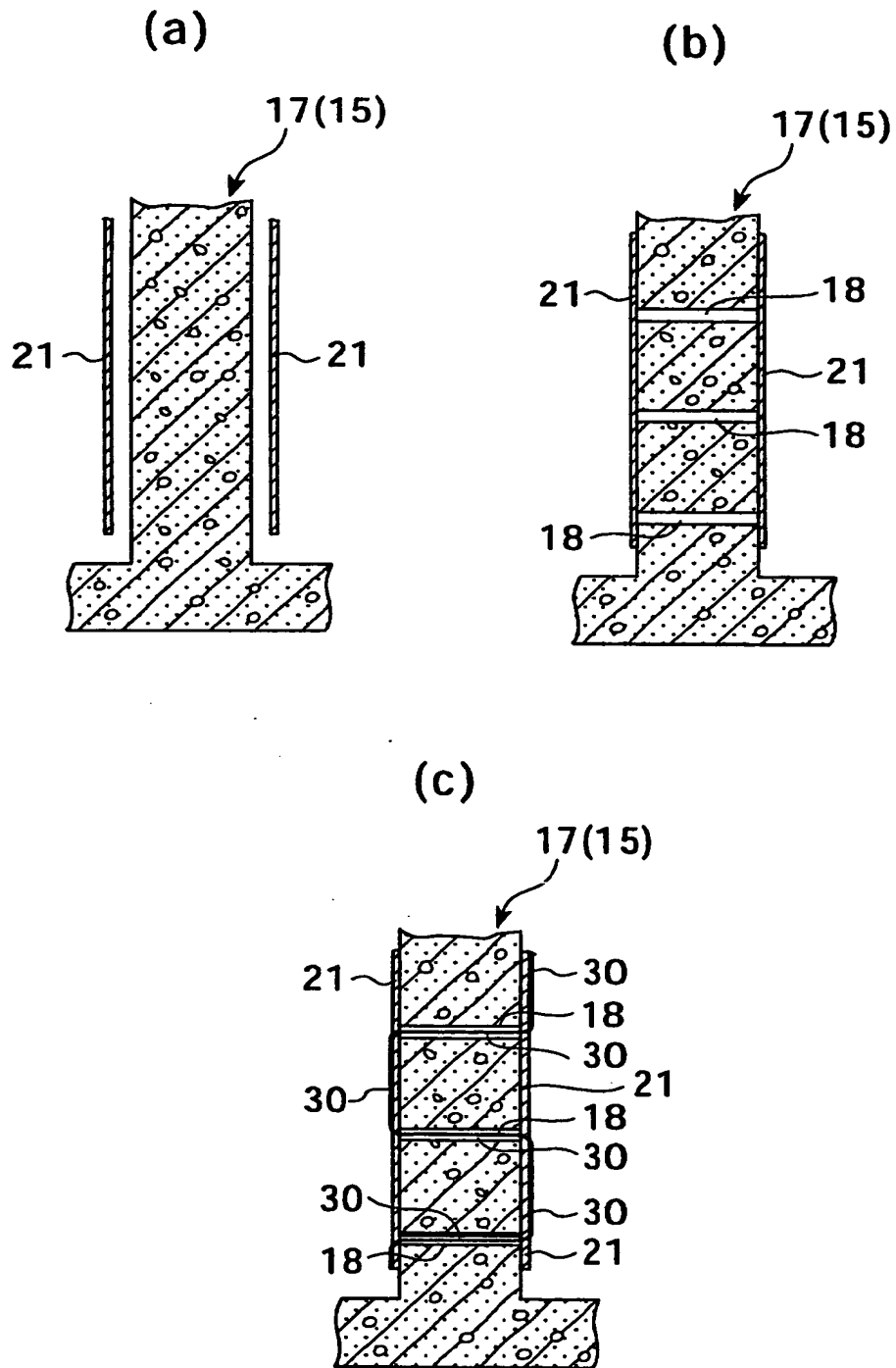
- 5 容器
- 6 天蓋
- 7 有底周側面
- 8 側面
- 9 破壊片
- 1 0 包絡面
- 1 1 構築物
- 1 2 床
- 1 3 柱（本発明適用例）
- 1 4 外周面
- 1 5 部材（構造部材を含む）
- 1 6 梁（桁）
- 1 7 壁
- 1 8 通孔
- 1 9 空間
- 2 0 ヒビ割れ
- 2 1 高延性材
- 2 1 a 当接部
- 2 2 シート部
- 2 3 一側端部
- 2 4 他側端部
- 2 5 芯紐
- 2 6 挿通孔
- 2 7 補強部材
- 2 8 鳩目
- 2 9 当て布部
- 3 0 連結用紐材

【書類名】 図面

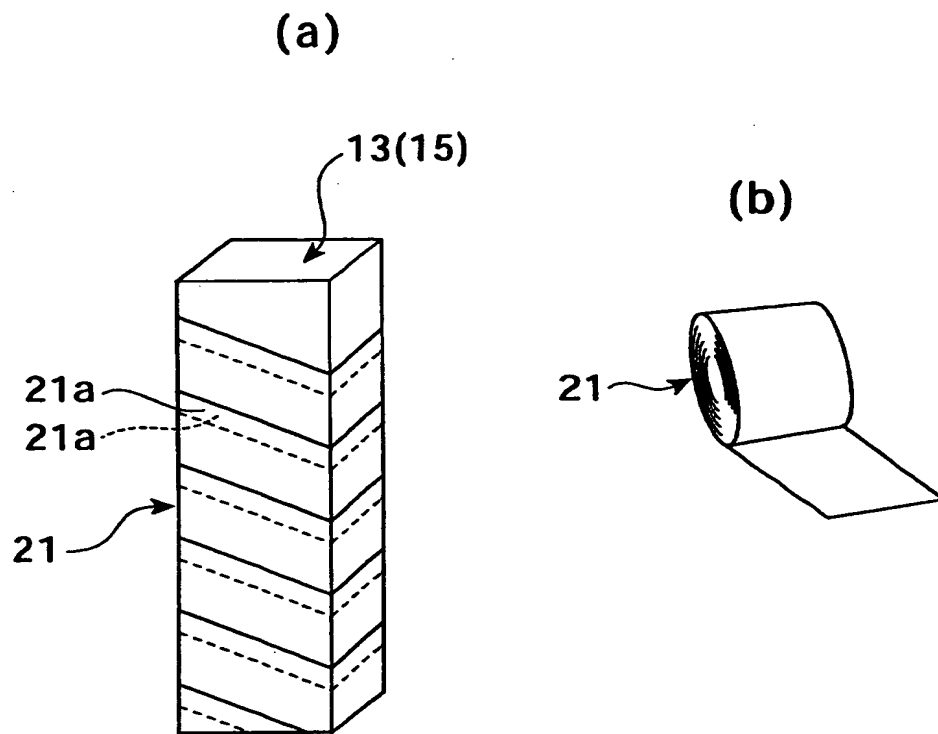
【図 1】



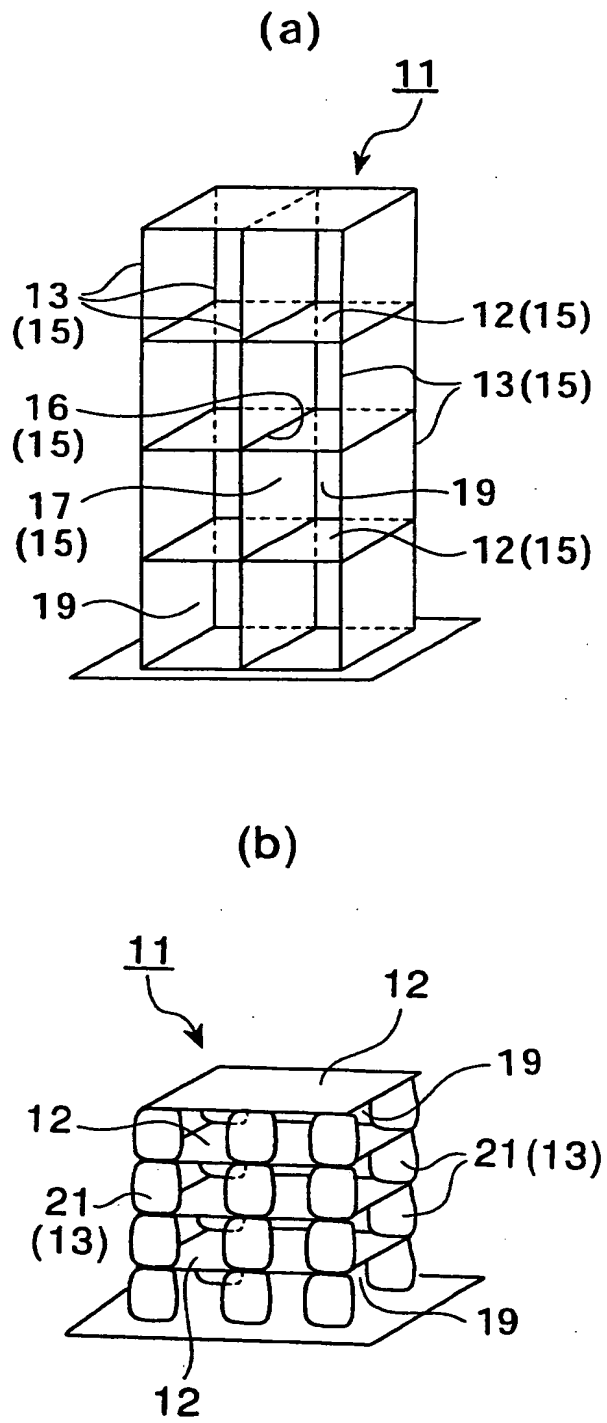
【図 2】



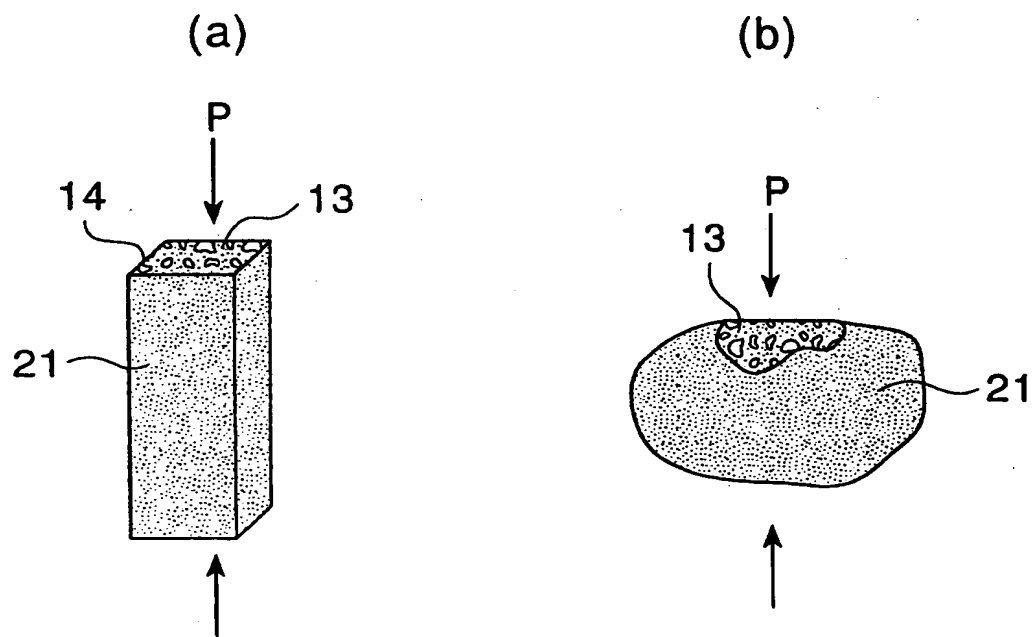
【図 3】



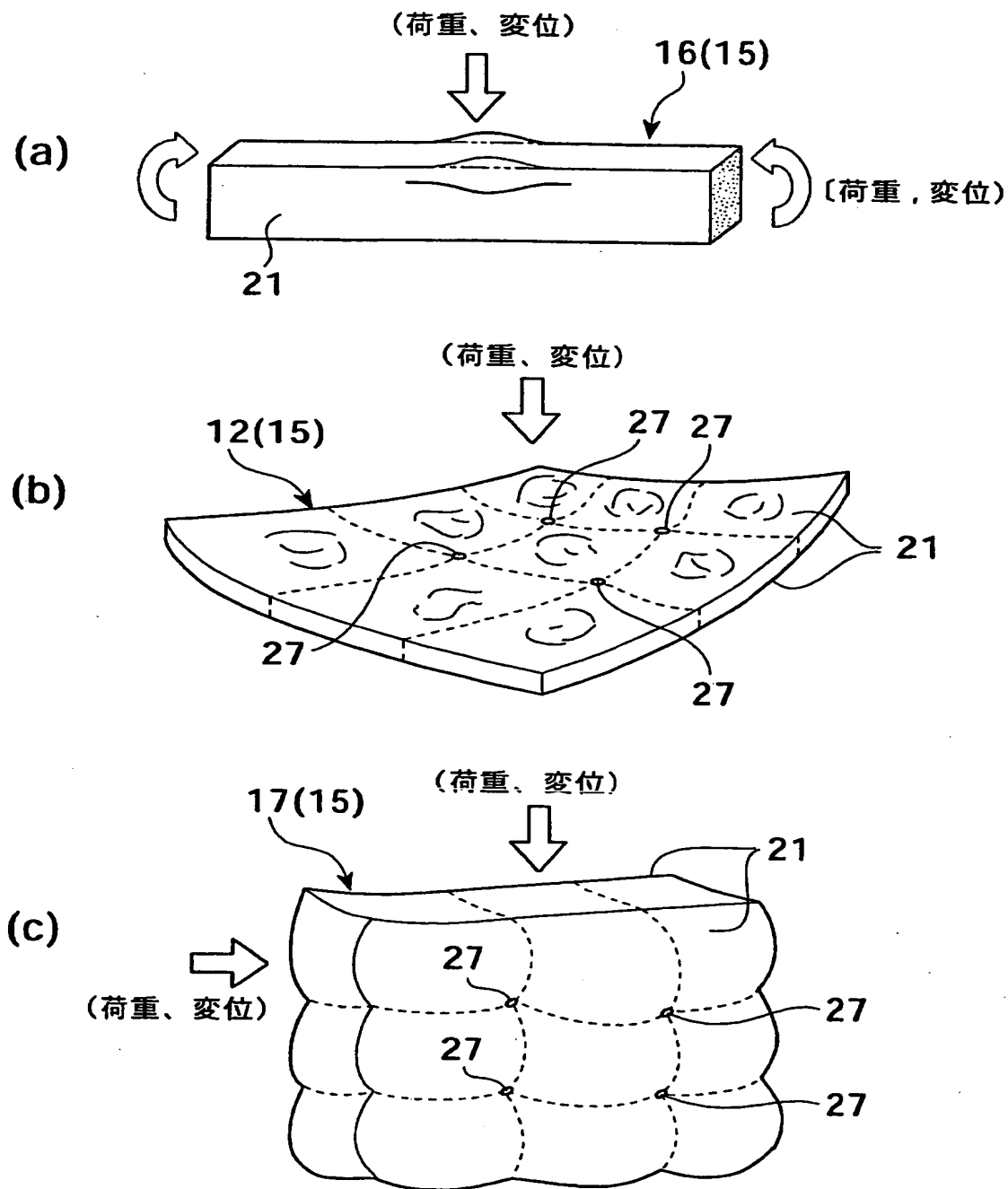
【図4】



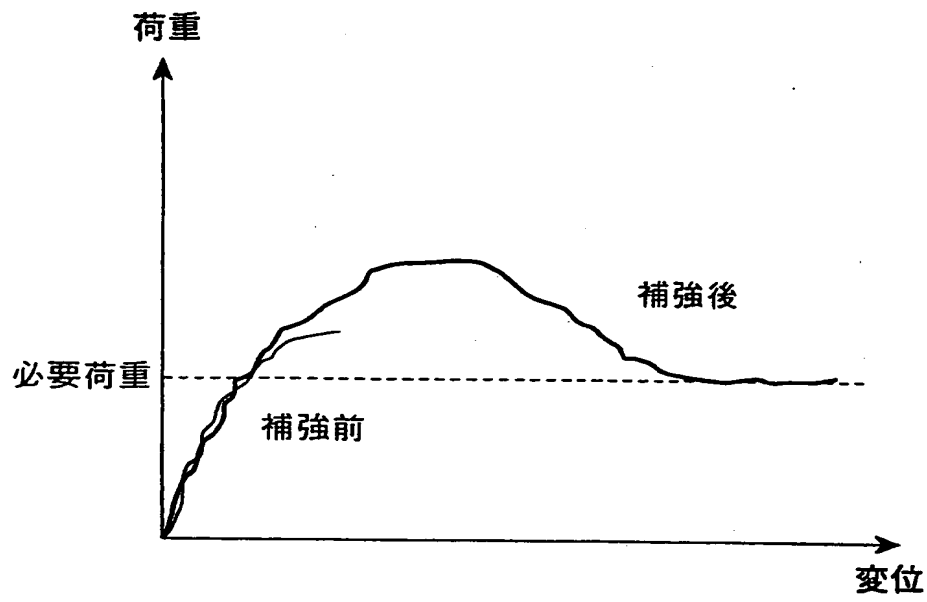
【図 5】



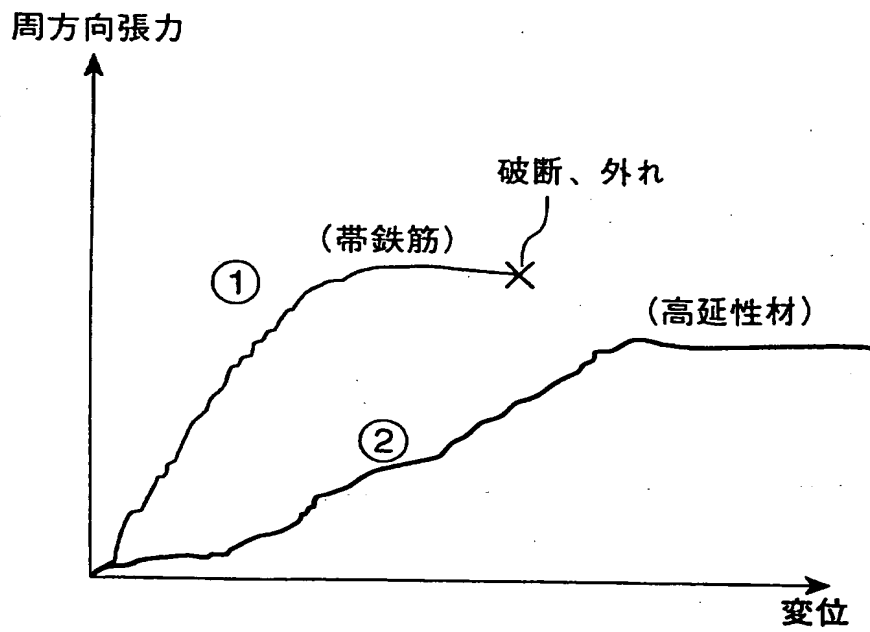
【図6】



【図7】

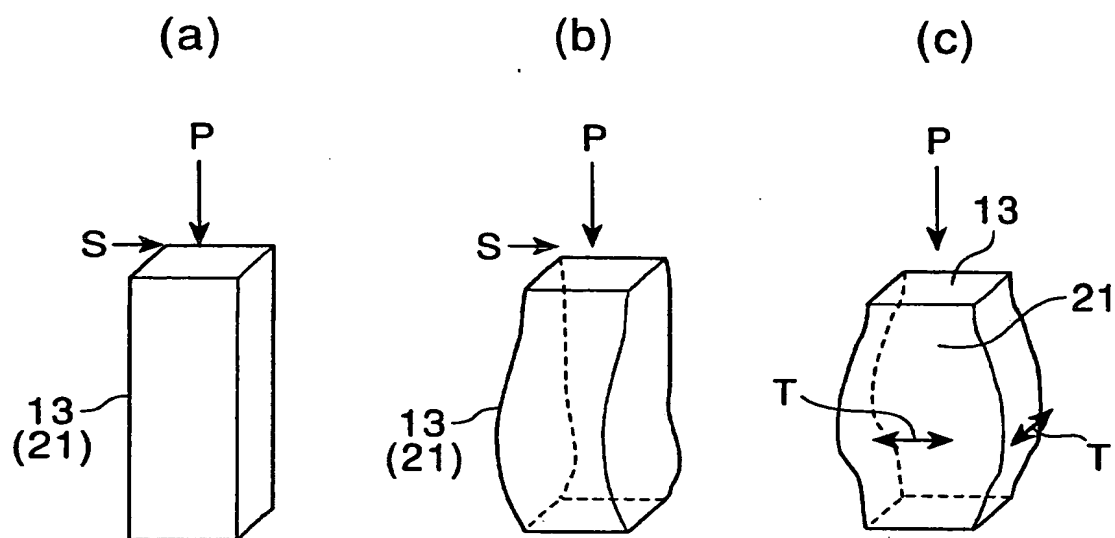


【図8】

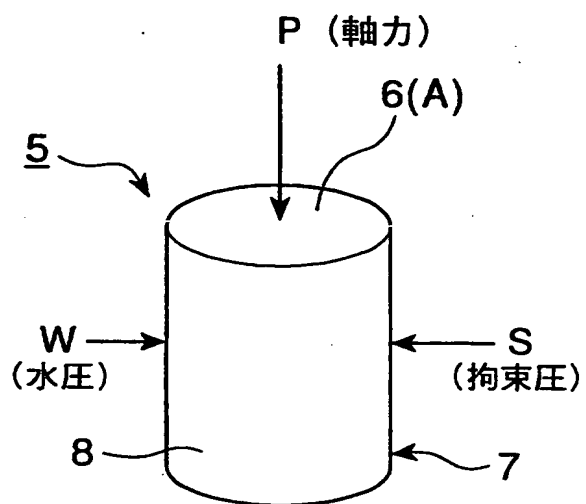




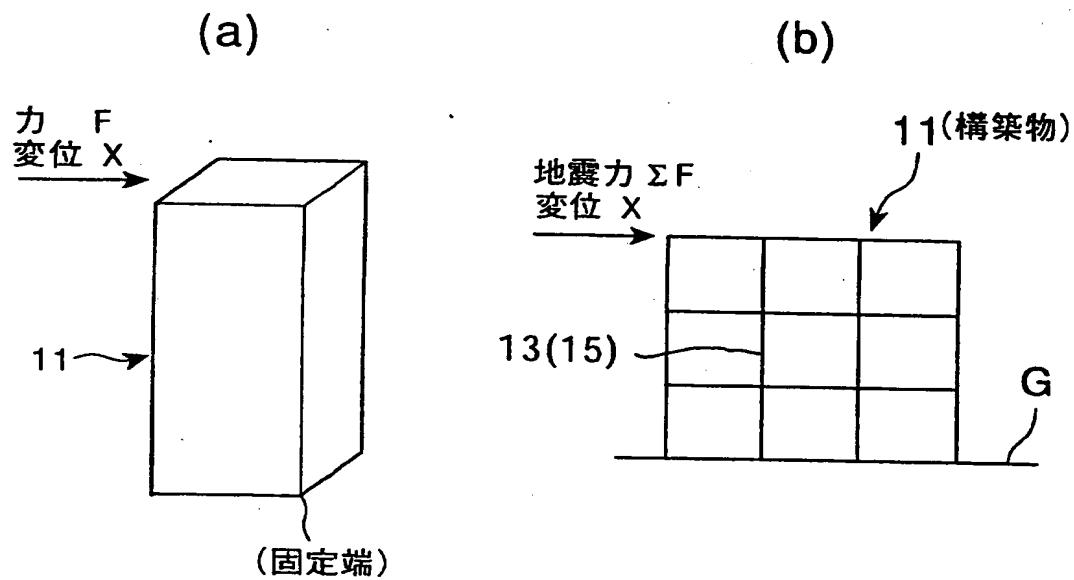
【図 9】



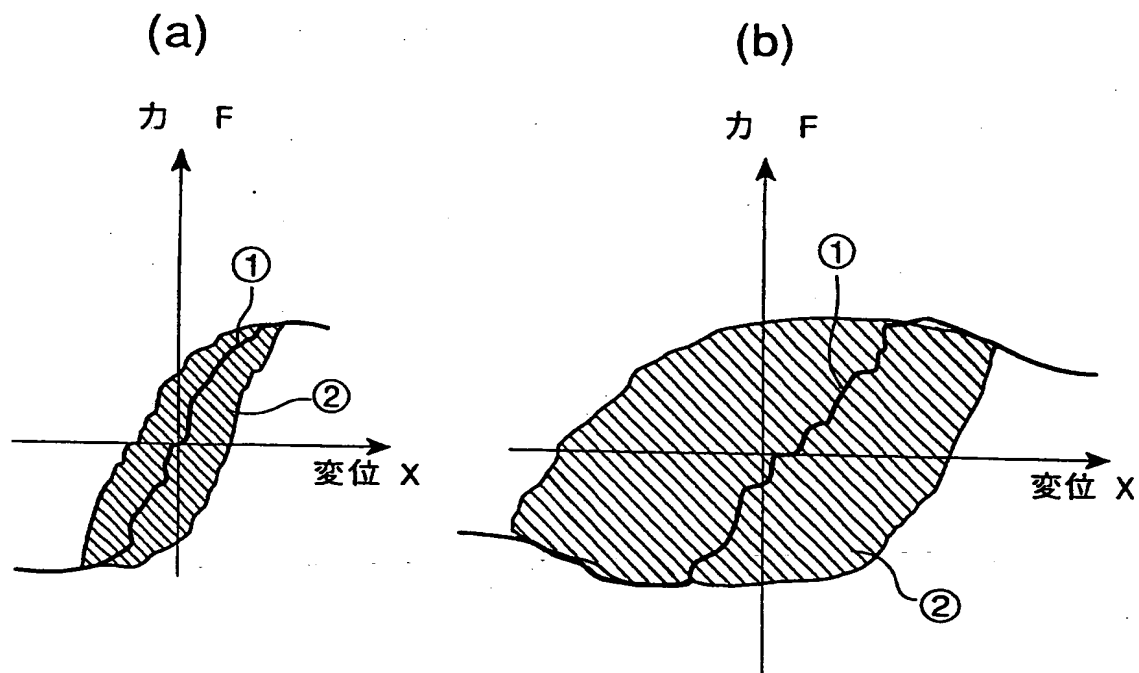
【図 10】



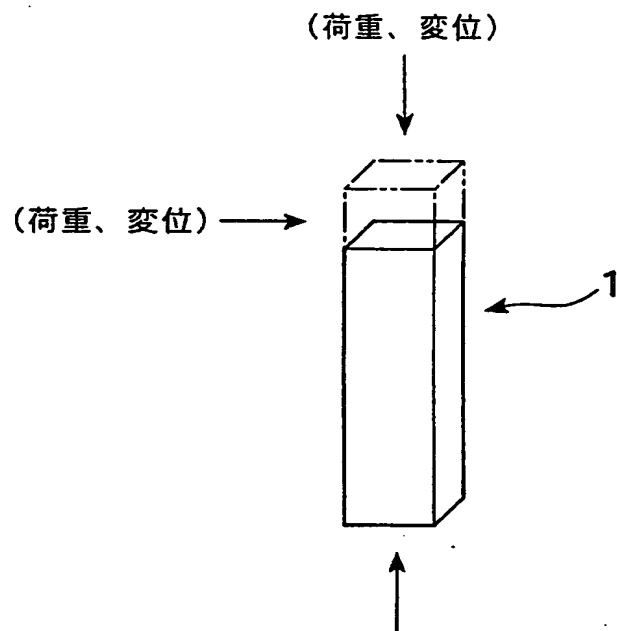
【図 1 1】



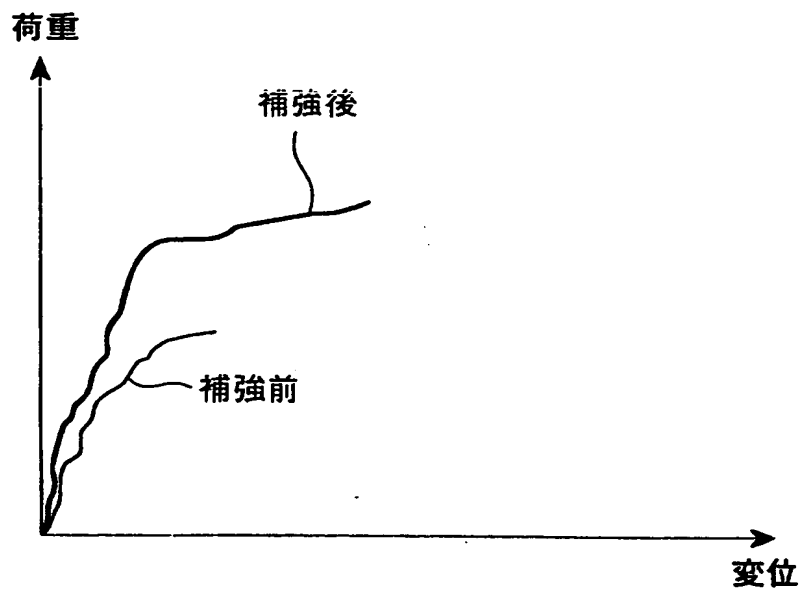
【図 1 2】



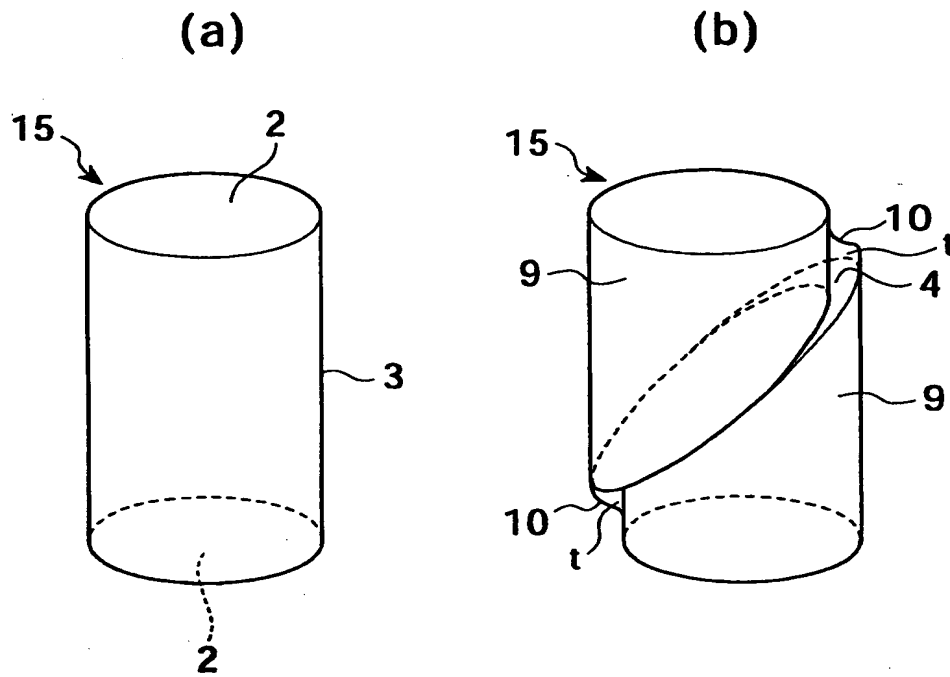
【図 13】



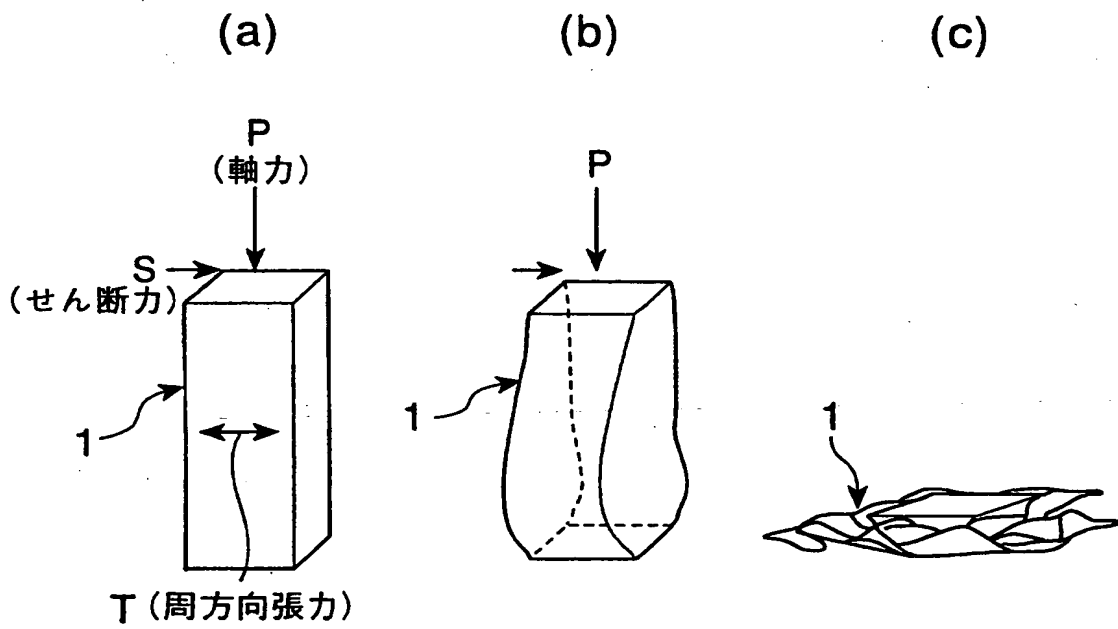
【図 14】



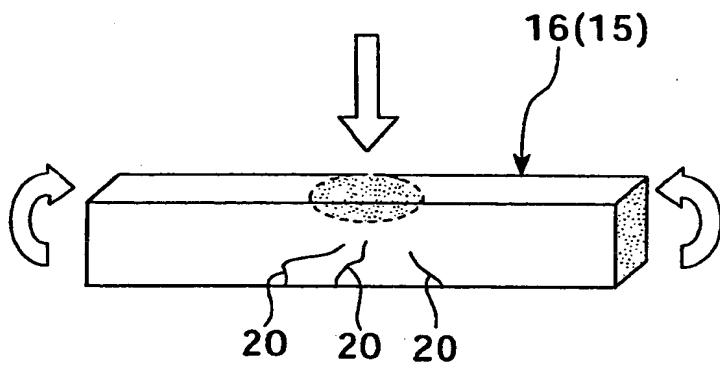
【図15】



【図16】



【図 1 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 新設もしくは既設の構築物の構造部材を含む各種の部材に適用することにより、破壊を制御してその進行を遅延させるとともに、空間的に破壊領域を徐々に拡大させることによって、部材が局部的に破壊し荷重分担能力を完全に失うことを避け、目に見えるほどの変形が生じた後も構造の崩壊を避け得る程度の荷重分担力を確保できる方法及び構造を提供する。

【解決手段】 構造部材を含む各種の部材 1 5 を構成するコンクリート、木材、土、レンガ等の材料が破壊に伴って見かけの体積が膨張する性質を利用し、これを構造部材を含む各種の部材 1 5 の周辺に設置した高延性材 2 1 で弾性的に拘束することによって破壊の進行を遅延させ、突発的な外力の作用が停止した後、構築物の重量を分担し、その形状を概ね保持し得るようにする。

【選択図】 図 6

【書類名】 出願審査請求書  
【提出日】 平成12年 9月 1日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【出願の表示】  
    【出願番号】 特願2000-147916  
【請求項の数】 12  
【請求人】  
    【識別番号】 500007587  
    【氏名又は名称】 構造品質保証研究所株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100086449  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 熊谷 浩明  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 058573  
    【納付金額】 108,300円  
【プルーフの要否】 要

【書類名】 手続補正書  
【提出日】 平成12年10月23日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【事件の表示】  
    【出願番号】 特願2000-147916  
【補正をする者】  
    【識別番号】 500007587  
    【氏名又は名称】 構造品質保証研究所株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100086449  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 熊谷 浩明  
【手続補正 1】  
    【補正対象書類名】 特許願  
    【補正対象項目名】 提出物件の目録  
    【補正方法】 追加  
    【補正の内容】  
        【提出物件の目録】  
        【物件名】 委任状 1  
        【その他】 平成12年10月23日手続補足書郵送提出  
    【プルーフの要否】 要



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [500007587]

1. 変更年月日 2000年 1月12日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区九段北一丁目11番5号

氏 名 構造品質保証研究所株式会社

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**